

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Definisi Tembaga**

Tembaga (Cu) merupakan logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Tembaga dalam bentuk logam memiliki warna kemerah-merahan, namun lebih sering ditemukan dalam bentuk berikatan dengan ion-ion lain seperti sulfat sehingga memiliki warna yang berbeda dari logam tembaga murni. Tembaga sulfat pentahidrat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) merupakan salah satu bentuk persenyawaan Cu yang sering ditemukan. Senyawa tersebut biasa digunakan dalam bidang industri, misalnya untuk pewarnaan tekstil, untuk penyepuhan, pelapisan, dan pembilasan pada industri perak (Denis Herlin Saputri 2013).

Tembaga dengan nama kimia cupprum dilambangkan dengan Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsurunsur kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom 29 dan mempunyai bobot atau berat atom 63,546. Unsur tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral (Sriati, Dkk 2013).

#### **2.2 Sifat-sifat Tembaga**

##### **Sifat Fisika**

1. Tembaga memiliki warna kuning kemerah - merahan.
2. Unsur ini sangat mudah dibentuk, lunak, sehingga mudah dibentuk menjadi pipa, lembaran tipis, kawat.
3. Bersifat sebagai konduktor panas dan listrik yang bagus untuk aliran elektron.
4. Tembaga bersifat keras bila tidak murni.
5. Memiliki titik leleh pada 1084,62 °C, sedangkan titik didih pada 2562 °C.

### Sifat Kimia

1. Tembaga merupakan unsur yang relatif tidak reaktif sehingga tahan terhadap korosi.
2. Pada udara yang lembab, permukaan tembaga ditutupi oleh suatu lapisan yang berwarna hijau yang menarik dari tembaga karbonat basa,  $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ .
3. Pada suhu sekitar  $300^\circ\text{C}$  tembaga dapat bereaksi dengan oksigen membentuk  $\text{CuO}$  yang berwarna hitam. Sedangkan pada suhu yang lebih tinggi, sekitar  $1000^\circ\text{C}$ , akan terbentuk tembaga (I) oksida ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) yang berwarna merah.
4. Tembaga tidak diserang oleh air atau uap air dan asam-asam non-oksidator encer seperti  $\text{HCl}$  encer dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  encer, tetapi  $\text{HCl}$  pekat dan mendidih menyerang logam tembaga dan membebaskan gas hidrogen.
5. Tembaga tidak bereaksi dengan alkali, tetapi larut dalam amonia oleh adanya udara membentuk larutan yang berwarna biru dari kompleks  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^+$ .
6. Tembaga panas dapat bereaksi dengan uap belerang dan halogen. Bereaksi dengan belerang membentuk tembaga(I) sulfida dan tembaga(II) sulfida dan untuk reaksi dengan halogen membentuk tembaga(I) klorida.

### Keunggulan Tembaga

1. Dimanfaatkan untuk berbagai alat listrik dan rumah tangga. Hampir semua alat rumah tangga terutama yang berhubungan dengan listrik menampilkan label 'Terbuat dari Tembaga'. Karena logam ini memang sangat handal digunakan untuk penghantar listrik'
2. Komponen utama perlengkapan handphone dan komputer dan elektronik
3. Komponen pembuat perhiasan. Tembaga juga dapat digunakan untuk membuat berbagai perhiasan menarik, terutama ketika dicampurkan dengan emas atau logam lainnya.
4. Dalam bidang pertanian, logam tembaga dapat digunakan sebagai racun.

5. Digunakan sebagai algisida (pembunuh ganggang) dalam pemurniaan air .Dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pembuatan uang logam.
6. Campuran tembaga dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan logam lainnya.
7. Digunakan sebagai campuran untuk menghilangkan belerang dalam pengolahan minyak.

## **2.3 Pengertian Korosi**

Korosi adalah teroksidasinya suatu logam. Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi dengan lingkungan yang korosif. Korosi dapat juga diartikan sebagai serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan.

Korosi adalah peristiwa rusaknya logam karena reaksi dengan lingkungannya. Definisi lainnya adalah korosi merupakan rusaknya logam karena adanya zat penyebab korosi, korosi adalah fenomena elektrokimia dan hanya menyerang logam. Pada dasarnya peristiwa korosi adalah reaksi elektrokimia. (Roberge, 1999).

### **2.3.1 Penyebab Korosi**

Bahan-bahan korosif (yang dapat menyebabkan korosi) terdiri atas asam, basa, serta garam, baik dalam bentuk senyawa an-organik maupun organik. Penguapan dan pelepasan bahan-bahan korosif ke udara inilah yang dapat mempercepat proses korosi. Udara dalam ruangan yang terlalu asam atau basa dapat mempercepat proses korosi peralatan elektronik yang ada dalam ruangan tersebut. Flour, hydrogen flourida beserta persenyawaan-persenyawaannya dikenal sebagai bahan korosif. Faktor yang berpengaruh terhadap korosi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu faktor internal dan faktor eksternal.

#### **a. Faktor Internal**

Faktor internal yaitu faktor dari bahan itu sendiri. Faktor dari bahan meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, unsur-unsur

kelumit yang ada dalam bahan, teknik pencampuran bahan dan sebagainya.

#### **b. Faktor Eksternal**

Faktor eksternal yaitu faktor dari lingkungan yang meliputi tingkat pencemaran udara, suhu, kelembaban, keberadaan zat-zat kimia bersifat korosif dan sebagainya.

### **2.3.2 Jenis-jenis Korosi**

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, korosi terbagi menjadi, diantaranya adalah:

#### **1. Korosi Erosi**

Korosi Erosi adalah proses korosi yang bersamaan dengan erosi/abrasi. Korosi jenis ini biasanya menyerang peralatan yang lingkungannya adalah fluida yang bergerak, seperti aliran dalam pipa ataupun hantaman dan gerusan ombak ke kaki-kaki jetty. Keganasan fluida korosif yang bergerak diperhebat oleh adanya dua fase atau lebih dalam fluida tersebut, misalnya adanya fase liquid dan gas secara bersamaan, adanya fase liquid dan solid secara bersamaan ataupun adanya fase liquid, gas dan solid secara bersamaan. Kavitasi adalah contoh erosion corrosion pada peralatan yang berputar di lingkungan fluida yang bergerak, seperti impeller pompa dan sudu-sudu turbin. Erosion / abrasion corrosion juga terjadi di saluran gas-gas hasil pembakaran. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- a. Pilih bahan yang homogen
- b. Diberi coating dari zat agresif
- c. Diberikan inhibitor
- d. Hindari aliran fluida yang terlalu keras
- e. Menghindari partikel abrasive pada fluida

Gambar korosi erosi dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Korosi Erosi

( Sumber : Martanto, Deki. “ JENIS-JENIS KOROSI.” [www.academia.com](http://www.academia.com). 27 april 2017  
< [https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS\\_KOROSI](https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS_KOROSI) )

## 2. Korosi Seragam

Korosi Seragam adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia karena pH air yang rendah dan udara yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya ini terjadi pada pelat baja atau profil, logam homogen.

Korosi jenis ini bisa dicegah dengan cara :

- a. Diberi lapis lindung yang mengandung inhibitor seperti gemuk.
- b. Untuk jangka pemakaian yang lebih lama disarankan diberi logam berpaduan tembaga 0,4%.
- c. Dengan melakukan pelapisan dengan cat atau dengan material yang lebih anodik.
- d. Melakukan inhibitas dan proteksi katodik.

Gambar korosi seragam dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Korosi Seragam

( Sumber : Martanto, Deki. “ JENIS-JENIS KOROSI.” [www.academia.com](http://www.academia.com). 27 april 2017

< [https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS KOROSI](https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS_KOROSI))

### 3. Korosi Celah

Korosi celah ialah sel korosi yang diakibatkan oleh perbedaan konsentrasi zat asam. Karat ini terjadi, karena celah sempit terisi dengan elektrolit (air yang pHnya rendah) maka terjadilah suatu sel korosi dengan katodanya permukaan sebelah luar celah yang basa dengan air yang lebih banyak mengandung zat asam dari pada bagian sebelah dalam celah yang sedikit mengandung zat asam sehingga bersifat anodic. Korosi celah termasuk jenis korosi lokal. Jenis korosi ini terjadi pada celah-celah konstruksi, seperti kaki-kaki konstruksi, drum maupun tabung gas. Korosi jenis ini juga dapat dilihat pada celah antara tube dari Heat Exchanger dengan tubesheet-nya. Cara pengendalian korosi celah adalah sebagai berikut :

- a. hindari pemakaian sambungan paku keeling atau baut, gunakan sambungan las.
- b. Gunakan gasket non absorbing.
- c. Usahakan menghindari daerah dengan aliran udara.
- d. Dikeringkan bagian yang basah.
- e. Dibersihkan kotoran yang ada.

Gambar Korosi Celah dapat dilihat dari gambar 2.3



Gambar 2.3 Korosi Celah

( Sumber : Martanto, Deki. “ JENIS-JENIS KOROSI.” [www.academia.com](http://www.academia.com). 27 april 2017  
< [https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS\\_KOROSI](https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS_KOROSI) )

#### 4. Korosi Tegangan

Korosi retak tegangan (SCC) adalah proses retak yang memerlukan aksi secara bersamaan dari bahan perusak (karat) dan berkelanjutan dengan tegangan tarik. Ini tidak termasuk pengurangan bagian yang terkorosi akibat gagal oleh patahan cepat. Hal ini juga termasuk intercrystalline atau transkristalin korosi, yang dapat menghancurkan paduan tanpa tegangan yang diberikan atau tegangan sisa. Retak korosi tegangan dapat terjadi dalam kombinasi dengan penggetasan hidrogen. Mekanisme SCC : terjadi akibat adanya hubungan dari 3 faktor komponen, yaitu (1) Bahan rentan terhadap korosi, (2) adanya larutan elektrolit (lingkungan) dan (3) adanya tegangan. Sebagai contoh, tembaga dan paduan rentan terhadap senyawa amonia, baja ringan rentan terhadap larutan alkali dan baja tahan karat rentan terhadap klorida.

Cara pengendalian korosi tegangan adalah:

- a. Turunkan besarnya tegangan
- b. Turunkan tegangan sisa termal
- c. Kurangi beban luar atau perbesar area potongan
- d. Penggunaan inhibitor.



Gambar Korosi Tegangan dapat dilihat dari gambar 2.4



Gambar 2.4 Korosi Tegangan

( Sumber : Martanto, Deki. “ JENIS-JENIS KOROSI.” [www.academia.com](http://www.academia.com). 27 april 2017  
< [https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS\\_KOROSI](https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS_KOROSI))

## 5. Korosi Galvanis

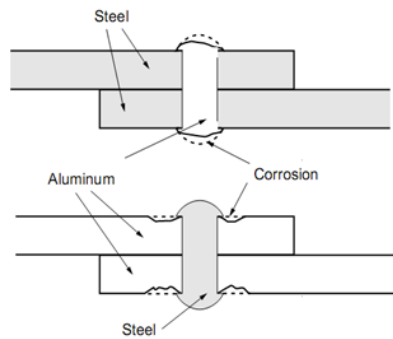
Korosi Galvanis adalah jenis korosi yang terjadi ketika dua macam logam yang berbeda berkontak secara langsung dalam media korosif. Logam yang memiliki potensial korosi lebih tinggi akan terkorosi lebih hebat dari pada kalau ia sendirian dan tidak dihubungkan langsung dengan logam yang memiliki potensial korosi yang lebih rendah. Logam yang memiliki potensial korosi yang lebih rendah akan kurang terkorosi dari pada kalau ia sendirian dan tidak dihubungkan langsung dengan logam yang memiliki potensial korosi yang lebih tinggi.

Gambar Korosi Galvanis dan Mekanisme Korosi Galvanis dapat dilihat pada gambar 2.5 A dan 2.5 B





Gambar 2.5 A. Korosi Galvanis



Gambar 2.5 B. Mekanisme Korosi Galvanis

( Sumber : Martanto, Deki. “ JENIS-JENIS KOROSI.” [www.academia.com](http://www.academia.com). 27 april 2017  
< [https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS\\_KOROSI](https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS_KOROSI) )

## 6. Korosi Lelah

Korosi ini terjadi karena logam mendapatkan beban siklus terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam. Korosi ini biasanya terjadi pada turbin uap, pengeboran minyak dan propeller kapal.

Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- a. Menggunakan inhibitor
- b. Memilih bahan yang tepat atau memilih bahan yang kuat korosi

Gambar Korosi Lelah dapat dilihat dari gambar 2.6



Gambar 2.6 Korosi Lelah

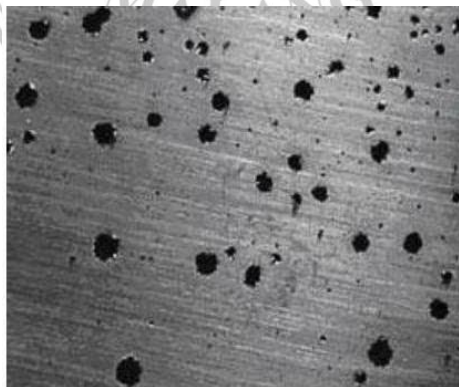
( Sumber : Martanto, Deki. “ JENIS-JENIS KOROSI.” [www.academia.com](http://www.academia.com). 27 april 2017  
< [https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS\\_KOROSI](https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS_KOROSI) )

## 7. Korosi Sumur

Korosi Sumur Adalah korosi yang disebabkan karena komposisi logam yang tidak homogen yang dimana pada daerah batas timbul korosi yang berbentuk sumur. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- a. Pilih bahan yang homogen
- b. Diberikan inhibitor
- c. Diberikan coating dari zat agresif.

Gambar Korosi Sumur dapat dilihat dari gambar 2.7



Gambar 2.7 Korosi Sumur

( Sumber : Martanto, Deki. “ JENIS-JENIS KOROSI.” [www.academia.com](http://www.academia.com). 27 april 2017  
< [https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS\\_KOROSI](https://www.academia.edu/9027468/JENIS-JENIS_KOROSI) )

## 2.4 Laju Korosi

Laju korosi yang terjadi pada logam tidak dapat dihindari, tetapi hanya dapat dicegah dan dihambat. Laju korosi pada umumnya dapat diukur dengan menggunakan dua metode yaitu metode kehilangan berat dan metode elektrokimia. Metode kehilangan berat adalah menghitung kehilangan berat yang terjadi setelah beberapa waktu pencelupan. Pada penelitian ini, digunakan metode kehilangan berat dimana dilakukan perhitungan selisih antara berat awal dan berat akhir. Satuan laju korosi :

1. Pengurangan Berat = g atau mg
2. Berat/satuan luas logam =  $\text{mg/mm}^2$
3. Berat perluas perwaktu :  $\text{mg/dm}^2\text{y}, \text{g/dm}^2.\text{day}, \text{g/cm}^2.\text{hour}, \text{g/m}^2.\text{h}, \text{moles/cm}^3.\text{h}$
4. Dalam penetrasi per waktu : inch/year, inch/month, mm/year, miles/year. (J. Pattireuw, Kevin. 2013).

### 2.4.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju korosi

Umumnya masalah korosi disebabkan oleh air, tetapi ada beberapa faktor selain air yang mempengaruhi korosi, diantaranya :

#### a. Faktor Gas Terlarut

Oksigen ( $O_2$ ), adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada metal seperti laju korosi pada *mild stell alloys* akan bertambah dengan meningkatnya kandungan oksigen. Karbondioksida ( $CO_2$ ), jika karbondioksida disalurkan dalam air maka akan terbentuk asam karbonat ( $H_2CO_3$ ) yang dapat menurunkan pH air dan meningkatkan korosifitas.

#### b. Faktor Temperature

Penambahan temperature umumnya menambah laju korosi walaupun kenyataannya kelarutan oksigen berkurang dengan meningkatnya temperature.

**c. Faktor Ph**

pH netral adalah 7, sedangkan pH <7 bersifat asam dan korosif, sedangkan untuk pH >7 bersifat basa juga korosi. Tetapi untuk besi, laju korosi rendah pada pH antara 7 sampai 13, laju korosi akan meningkat pada pH < 7 dan pada pH 13 > 7.

**d. Faktor Bakteri Pereduksi Atau Sulfat Reducing Bacteria (SRB)**

Adanya bakteri pereduksi sulfat akan mereduksi ion sulfat menjadi gas  $H_2S$ , yang mana jika gas tersebut kontak dengan besi akan menyebabkan terjadinya korosi.

**e. Faktor Padatan Terlarut**

Klorida (Cl), klorida menyerang lapisan *mild steel* dan *stainless steel*. karbonat ( $CO_3$ ), kalsium karbonat sering digunakan sebagai pengontrol korosi di mana film karbonat diendapkan sebagai lapisan pelindung permukaan metal, tetapi dalam produksi minyak hal ini cenderung menimbulkan masalah *scale*. Sulfat ( $SO_4$ ), ion sulfat ini biasanya terdapat dalam minyak. Dalam air, ion sulfat juga ditemukan dalam konsentrasi yang cukup tinggi dan bersifat kontaminan, dan oleh bakteri SRB sulfat diubah menjadi sulfide korosif.

**2.4.2. Cara Mencegah Dan Menghambat Laju Korosi**

Korosi yang terjadi pada logam tidak dapat dihindari, tetapi hanya dapat dicegah dan dihambat. Berikut cara-cara yang dapat dilakukan untuk mencegah dan menghambat laju korosi.

**1. Cara Mencegah Laju Korosi**

Pencegahan korosi didasarkan pada dua prinsip berikut :

**a. Mencegah Kontak Dengan Oksigen Atau Air**

Korosi besi memerlukan oksigen dan air. Bila salah satu tidak ada, maka peristiwa korosi tidak dapat terjadi.

**b. Perlindungan Katoda (Pengorbanan Anoda)**

Besi yang dilapisi atau dihubungkan dengan logam lain yang lebih aktif akan membentuk sel elektrokimia dengan besi sebagai katoda.

Disini, besi berfungsi hanya sebagai tempat terjadinya reduksi oksigen. Logam lain berperan sebagai anoda, dan mengalami reaksi oksidasi. Dalam hal ini besi, sebagai katoda, terlindungi oleh logam (sebagai anoda, dikorbankan). Besi akan aman terlindungi oleh logam lain pelindungnya masih ada / belum habis. Untuk perlindungan katoda pada sistem jaringan pipa bawah tanah lazim digunakan logam magnesium, Mg. Logam ini secara berkala harus dikontrol dan diganti.

## 2. Cara Menghambat Laju Korosi

Dalam penghambatan laju korosi dapat menggunakan beberapa cara seperti:

### a. Pengubahan Media

Korosi merupakan interaksi antara logam dengan media sekitarnya, maka pengubahan media sekitarnya akan dapat mengubah laju korosi.

### b. Seleksi Material

Metode umum yang sering digunakan dalam pencegahan korosi yaitu pemilihan logam atau paduan dalam waktu lingkungan korosif tertentu untuk mengurangi resiko terjadinya korosi.

### c. Proteksi Katodik (*Catodice Protection*)

Proteksi katodik adalah jenis perlindungan korosi dengan menghubungkan logam yang mempunyai potensial yang lebih tinggi ke struktur logam sehingga tercipta suatu sel elektrokimia dengan logam berpotensi rendah bersifat katodik dan terproteksi.

### d. Proteksi Anodik (*Anodic Protection*)

Adanya arus anodik akan meningkatkan laju ketidak-larutan logam dan menurunkan laju pembentukan hidrogen.

### e. Inhibitor Korosi

Secara umum inhibitor adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Sedangkan inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke

dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam.

**f. Perubahan Media/Lingkungan Kerja (*Enviroment Change*)**

Korosi merupakan interaksi antara logam dengan media sekitarnya, maka perubahan media sekitarnya akan dapat mengubah laju korosi.

**g. Pelapisan (*Coatings*)**

Prinsip umum dari pelapisan yaitu melapiskan logam induk dengan suatu bahan atau material pelindung (Fajar Sidiq, M. 2013).

